CONSIDERACIONES MORFOTAXONOMICAS SOBRE "ORBULINA UNIVERSA" D'ORBIGNY (FORAMINIFERIDA)

CARMEN PARADA RUFFINATTI
VALDEMAR PEREZ R.
CARLOS ALBERTO SANCHEZ
Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Apartado 7495, Bogotá, Colombia

Resumen
Se examinan 1.072 ejemplares de *Orbulina universa* d'Orbigny. En el interior de un 12% de ellos se identifica un foraminífero planctónico, adherido mediante espinas y perteneciente a alguno de los géneros *Globigerina, Globigerinoides y Hastigerina.* Se plantea una hipótesis sobre el papel que desempeña esta cámara esférica en el ciclo vital de estos foraminíferos y se concluye que *Orbulina* no es un género, sino una forma transitoria en varios foraminíferos de vida planctónica.

Abstract
1.072 specimens of *Orbulina universa* d'Orbigny are examined. A planktonic foraminifer, with adherent spines, belonging to the genera *Globigerina, Globigerinoides* and *Hastigerina* is identified inside of a 12% of the shells. An hypothesis about the roll of performance of this sphaerical chamber, in the vital cycle of this planktonic foraminifera, is stablished. The final conclusion is that *Orbulina* is not a genus but a transitory form in various foraminifera of planktonic life.

Introducción

Las características morfológicas de la concha de los foraminíferos son la base de su taxonomía debido a la escasez de estudios sobre el ciclo de vida de estos organismos, principalmente en los de hábitat planctónico, como es el caso de *"Orbulina universa"* (Fig. 1.1).

En 1839 d'Orbigny describió el género *Orbulina,* sobre la base de la especie tipo *Orbulina universa,* en los siguientes términos: concha libre, esférica, globosa, cubierta de pequeñas perforaciones. Abertura pequeña redonda, en un punto de la esfera. Posteriormente Bronnimann (1951) y Blow (1956) modificaron la diagnosis genérica así: concha en primer estado *Globigerina,* luego con una cámara final envolvente que cubre parcial o totalmente la concha inicial. Sin abertura. Sobre estas bases morfológicas se han descrito hasta la fecha cerca de cincuenta taxa entre "especies" y "variedades" de *Orbulina.* No obstante, la polémica sobre la validez del "género" y las "variedades" siempre ha existido.

Brady (1884) observó que los especímenes de *Orbulina* que vivían en la superficie del océano contenían globigerinas embriónicas que luego se reabsorbían al formarse los gametos.

Parker (1962) opinó que, a juzgar por la gran distribución de *Orbulina* en sedimentos recientes, es muy probable que incluya más de una especie en sus estados globigerínidos. Diferencias específicas se podrían encontrar realizando un estudio de estos primeros estados.

Bandy (1966) afirmó que *Orbulina universa* parece ser una cámara final esférica asociada con diferentes especies de globigerínidos, en vez de un verdadero género de foraminífero.

Adshead (1967) cultivó foraminíferos planctónicos colectados en aguas del sur de California, por más de tres meses. *Globigerina bulloides* fue la especie más abundante y algunos especímenes desarrollaron cámaras orbulinas que vivieron hasta tres semanas.

Vilks y Walker (1974) afirman que *Orbulina universa* es un taxon válido. Utilizando fotografías obtenidas con microscopio electrónico de barrido, concluyen que la micromorfología de esta especie es diferente a la de otros foraminíferos planctónicos, establecen que las espinas de *Orbulina* son triradiadas, como las de *Hastigerina* y *Globigerinella*, pero estos géneros son planispirales y no trocospirales como los que encontraron en el interior de *Orbulina*. Ketten y Edmond (1979) mantuvieron durante 68 días un cultivo con un 80% de individuos produciendo gametos. Veintinueve especímenes de *Hastigerina pelagica* y dos de *Orbulina universa* componían la población. Estudiaron el ciclo reproductivo de la primera especie, pero en la segunda sólo observaron que una regresión citoplasmática coincide con la pérdida de las espinas.

En sedimentos superficiales del Caribe colombiano, Parada y Londoño (1981) encontraron muy abundante la forma totalmente esférica de *Orbulina*, a más de 200 m de profundidad. En muchos casos las esferas se observaron casualmente partidas, pudiéndose distinguir una forma planctónica en su interior, atribuible en algunos casos a *Globigerina*, a *Globigerinoides* e incluso a *Hastigerina*.

Surgió entonces la idea de realizar un estudio morfológico detallado de *Orbulina universa* con el objetivo de identificar genéricamente las formas internas y poder plantear una hipótesis acerca del papel que desempeñaría la cámara esférica en el ciclo vital de estos foraminíferos.

Materiales y Métodos

El material se obtuvo de un núcleo de perforación, extraído a 1.125 m de profundidad durante el crucero DIAPICAR, en 1987. El corazón KS 87.122, de 5 m de longitud, obtenido del talud al noroeste de la ciudad de Santa Marta, en el mar Caribe colombiano (11°33 09" Lat. N, 74° 33 49" Long. 0), presentó gran abundancia de foraminíferos planctónicos y, entre ellos, cámaras esféricas de *Orbulina* en alto número.

En el Laboratorio de Geología Marina del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional, en Cartagena, se obtuvieron las muestras de 50 cm^3 de sedimento, cada 10 cm, raspando con una espátula el interior del núcleo. Luego se empacaron en bolsas de polietileno rotuladas y se trasladaron al Laboratorio de Paleontología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional en Bogotá, donde se sometieron al siguiente procedimiento:

1. Disgregado en agua durante tres días.
2. Tamizado bajo el agua corriente en un tamiz de micromalla de 0.125 mm.
3. Secado de la muestra a temperatura ambiente.
4. Flotación con tetracloruro de carbono.
5. Envasado del sobrenadante en frascos rotulados.
6. Separación de los foraminíferos. Esta se realizó con un pincel pelo de marta 00, bajo un estereoscopio Carl Zeis, Jena, con aumento de 40 X.

Se extrajeron al azar 1.100 conchillas esféricas de los diversos niveles del núcleo. Luego se ordenaron en microplacas portaforaminíferos con abundante goma tragacanto. Este exceso de goma tiene por objeto el evitar que las conchillas salten al tratar de partirlas; sin embargo, siempre se perdieron 28 y el estudio se realizó sólo con 1.072 ejemplares.

Una vez pegado el material, se procedió a romper cada uno de los caparazones mediante un fino alfiler de entomología. Se trató de realizar esta operación de la manera más cuidadosa posible, a pesar de ésto, un 40% de los ejemplares internos fueron rotos, impidiendo así su reconocimiento posterior.

Para la identificación de géneros y especies, se utilizó las "Fiches d'identification du Zooplancton" de Allan Bé (1967). La observación de los caracteres morfológicos se realizó con un Estereoscopio Wild M7, con aumento de 60 X. Con el mismo equipo se obtuvieron las microfotografías.

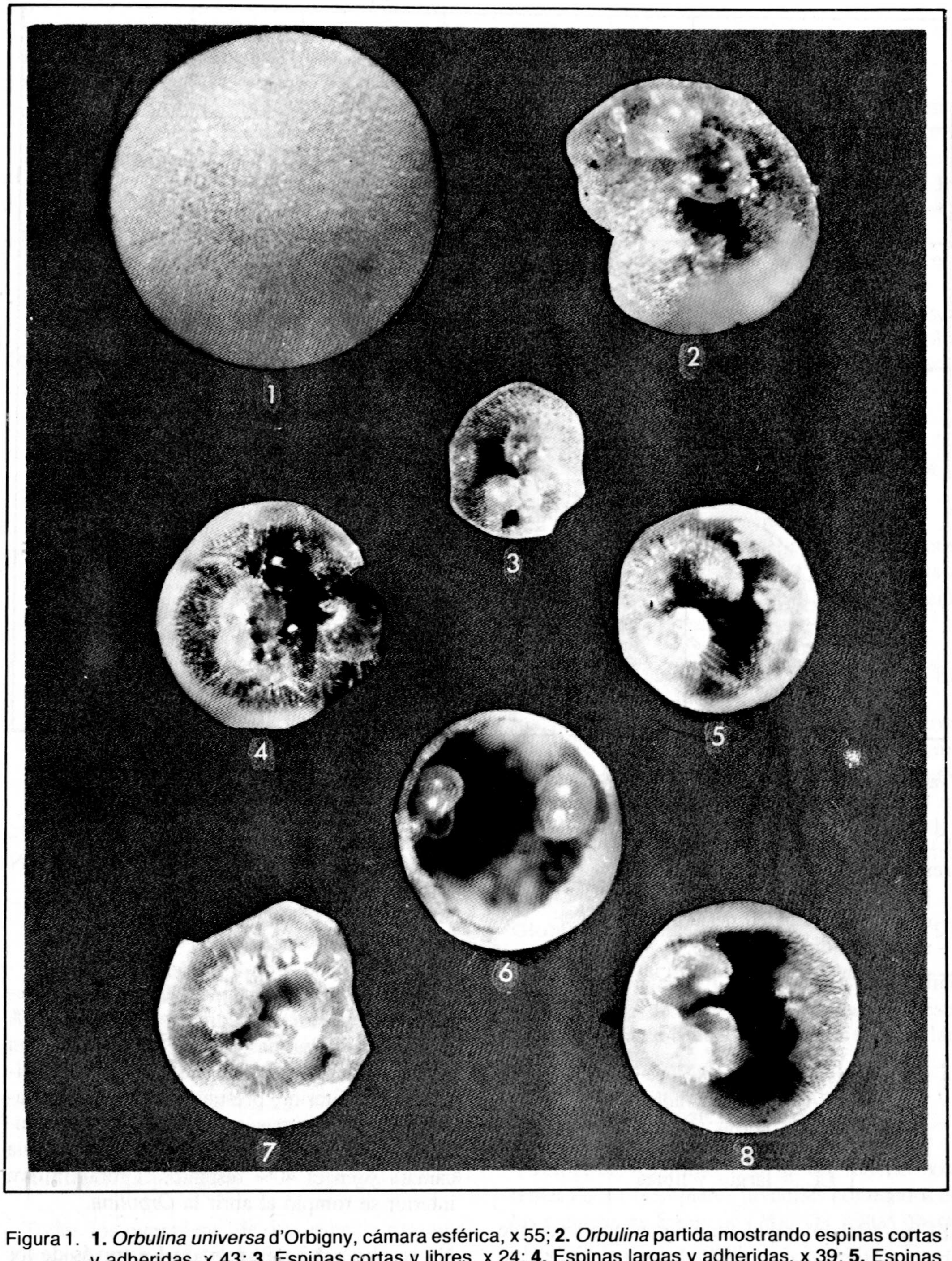

Figura 1. **1.** *Orbulina universa* d'Orbigny, cámara esférica, x 55; **2.** *Orbulina* partida mostrando espinas cortas y adheridas, x 43; **3.** Espinas cortas y libres, x 24; **4.** Espinas largas y adheridas, x 39; **5.** Espinas largas y libres, x 34; **6.** Espinas ausentes, x 40; **7.** Signos de disolución, x 38; **8.** Signos de disolución, x 35.

Características		*Globigerina calida*	*Hastigerina pelagica*	*Globigerinoides ruber*	*Globigerina bulloides*	*Globigerinoides sacculifer*
Pared:	delgada	91%	100%	100%	33%	–
	gruesa	9%	–	–	67%	100%
Espinas:	N	44%	34%	56%	17%	–
	E	50%	58%	44%	83%	100%
	A	6%	8%	–	–	–
Tipo de Espinas:	CA	38%	18%	33%	17%	–
	CL	10%	9%	–	–	–
	LA	3%	9%	11%	33%	100%
	LL	–	9%	–	–	–
	CA – CL	13%	28%	11%	33%	–
	CA – LA	–	–	–	–	–
	CA – LL	–	–	–	–	–
	CL – LA	23%	18%	33%	17%	–
	CL – LL	–	–	–	–	–
	CA – CL – LA	–	–	11%	–	–
	CA – CL – LL	3%	–	–	–	–
	CL – LA – LL	7%	9%	–	–	–
	CA – CL – LA – LL	3%	–	–	–	–

Tabla 1. Características morfológicas por especie

Cualitativamente se clasificaron los siguientes rasgos morfológicos:

- espesor de la pared de la concha
- signos de disolución
- presencia y número de espinas
  - A = ausentes
  - N = numerosas
  - E = escasas
- tipos de espinas
  - CA = cortas y adheridas
  - CL = cortas y libres
  - LA = largas y adheridas
  - LL = largas y libres

El material micropaleontológico que sirvió de base a este trabajo, quedó depositado en el Laboratorio de Paleontología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional en Bogotá (ICN–MHN 1, ICN–MHN 1105, ICN–MHN 1106, ICN–MHN 1107, ICN–MHN 1108).

Resultados

Caracteristicas Generales. El análisis general de la muestra, dio como resultado un 88% de cámaras orbulinas vacías, todas ellas con paredes gruesas. Las que poseían un foraminífero en su interior, presentaron paredes delgadas. De estas últimas, en un 47% se logró identificar hasta especie; un 13% contenían una sola cámara y en el 40% restante, el foraminífero interior se rompió al abrir la *Orbulina*.

No se observó cambio gradual a través de los niveles del núcleo; en todos ellos se encontraron los mismos rasgos morfológicos. En forma general se evidenció la presencia de espinas, mediante las cuales el foraminífero se encuentra adherido a la pared interna de la esfera (Figs. 1.2 – 1.6). En un 18% de los especímenes se observaron signos de disolución de la pared, siempre en los de mayor tamaño (Figs. 1.7 – 1.8).

Del 47% de especímenes con foraminífero interior que se logró identificar, se encontró un predominio del género *Globigerina* (63%), en segundo lugar *Hastigerina* (20%) y por último *Globigerinoides* (17%).

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS ESPECIES (Tabla 1). Cinco especies se identificaron entre los foraminíferos contenidos en las orbulinas:

Globigerina calida Parker 53%
Hastigerina pelagica (d'Orbigny) 20%
Globigerinoides ruber (d'Orbigny) 15%
Globigerina bulloides d'Orbigny 10%
Globigerinoides sacculifer (Brady) 2%

A continuación se describen las características dominantes que se observaron en cada una de ellas.

Globigerina calida (Figs. 2.1–2.2).

La gran mayoría de los especímenes (91%) presentó paredes delgadas, poco calcificadas, aunque algunas fueran de tamaño bastante grande, que casi ocupaba todo el interior de la *Orbulina*.

La presencia de espinas, numerosas (44%) y escasas (50%) en una característica relativamente constante. En un 6% de las conchillas no se observaron espinas en la pared libre de las cámaras, pero seguramente las poseen en la superficie posterior fija a la cámara esférica. Las espinas cortas adheridas predominan en esta especie (38%), aunque se presentan especímenes con espinas cortas libres, largas adheridas y otras combinaciones de dos, tres y hasta cuatro tipos.

Hastigerina pelagica (Figs. 2.3–2.4).

Todos los ejemplares de esta especie examinados poseen pared delgada y frágil.

Las espinas escasas predominan (58%); espinas numerosas se observaron en segundo lugar (34%) y algunos ejemplares no presentaron espinas visibles (8%).

En cuanto al tipo de ellas, son preferentemente de dos clases: cortas–adheridas y cortas–libres (28%). Aunque también se observaron, en menor cantidad, especímenes con un solo tipo, además de otras combinaciones de dos y tres clases.

Globigerinoides ruber (Figs. 2.5–2.6).

Los ejemplares atribuibles a esta especie son todos de pared delgada. No se observó el color rosado característico de los individuos adultos, también presentes en los sedimentos.

Las espinas, observadas en la totalidad de los especímenes, fueron numerosas en un 56% y escasas en un 44%.

En cuanto al tipo de espinas, las más abundantes fueron sólo cortas y adherentes (33%) y cortas–libres, largas–adherentes (33%). Algunos ejemplares aislados presentaron otras clases.

Globigerina bulloides (Figs. 2.7–2.8).

Pocas conchillas de esta especie, se identificaron y a diferencia de las anteriores, presentaron una pared más gruesa en un 67%. En todos los ejemplares se observaron espinas, pero escasas en un 83%. En cuanto al tipo de ellas, sobresalen las largas y adheridas (33%) y la combinación de cortas–adheridas y cortas–libres (33%).

Globigerinoides sacculifer (Fig. 2.9).

Un solo ejemplar de *G. sacculifer* se identificó en el interior de *Orbulina*. Con pared gruesa, característica de la especie, espinas escasas largas y adheridas.

Discusión y Conclusiones

Ya en 1911, Rhumbler notó las diferencias existentes en los ejemplares juveniles contenidos en las cámaras esféricas de *Orbulina*. Estas observaciones también llevaron a Parker (1962) y Bandy (1966) a dudar de la validez del género y a pensar que *Orbulina* sería una cámara de flotación o algún tipo de fenómeno de crecimien-

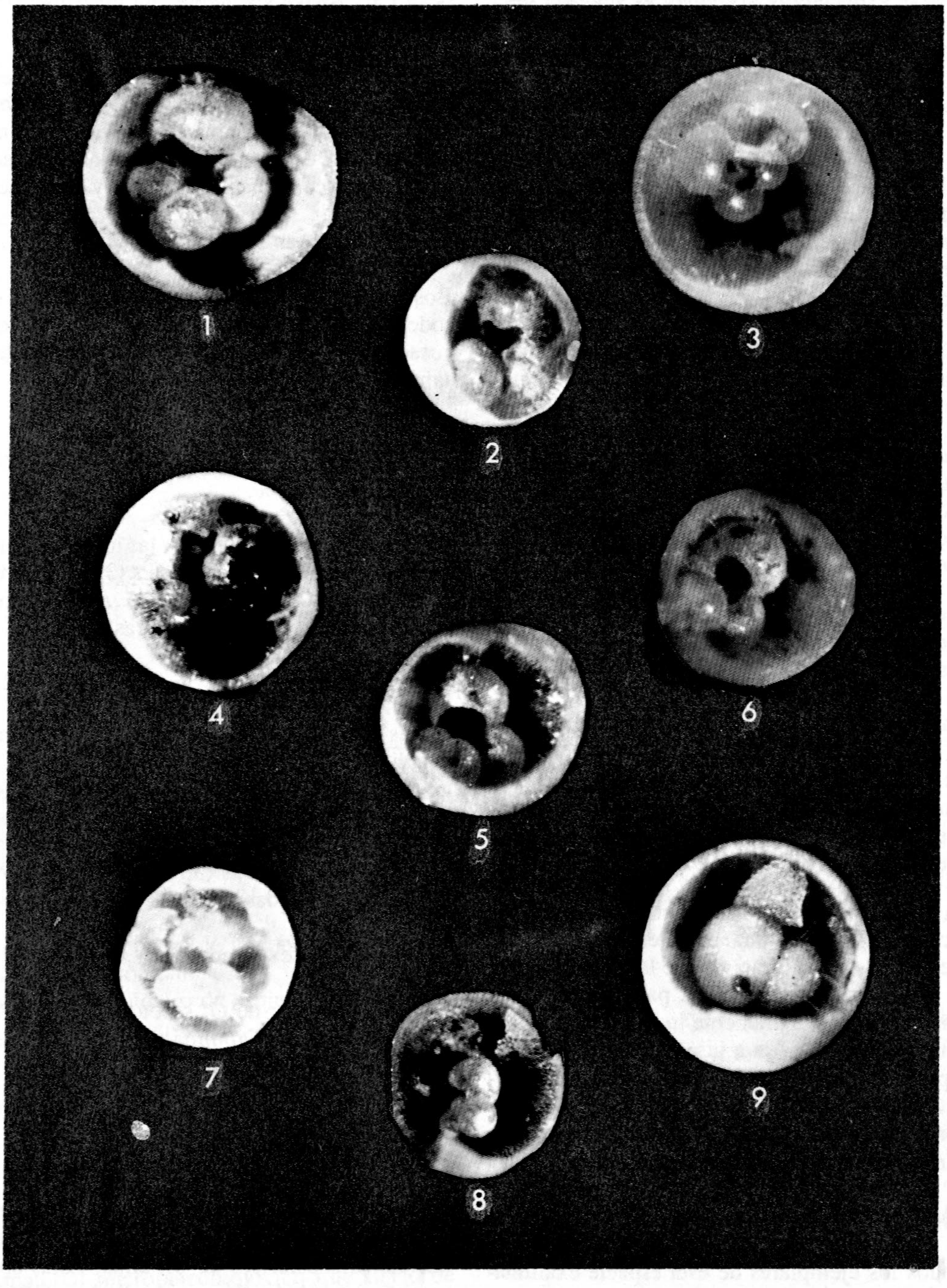

Figura 2. **1-2.** *Globigerina calida*, x 40; **3-4.** *Hastigerina pelagica*, x 26, x 38; **5-6.** *Globigerinoides ruber*, x 32, x 31; **7-8.** *Globjgerina bulloides*, x 28, x 29; **9.** *Globigerinoides sacculifer*, x 37.

to, relacionado con algunas especies de foraminíferos planctónicos.

Tales hipótesis se han visto confirmadas en parte por los resultados experimentales obtenidos en cultivos de foraminíferos planctónicos (Adshead, 1967; Ketten y Edmond, 1979). El establecimiento de estos cultivos no es tarea fácil, tal vez por esta razón son muy pocos los trabajos que se conocen en este campo.

Sin embargo, gracias al esfuerzo de algunos micropaleontólogos que han obtenido resultados exitosos, cultivando foraminíferos bentónicos, ya se sabe que son múltiples los factores que intervienen en la variación morfológica de los foraminíferos y que muchas de las especies descritas, corresponden a ecofenotipos de una misma especie (Bradshaw, 1955, 1957; Lee *et al.*, 1961; Schnitker, 1974).

El hecho comprobado de que *Orbulina universa* es muy abundante en los sedimentos marinos, sirve de base para suponer que estas caparazones esféricas tienen un origen polifilético. Sin embargo, Vilks y Walker (1974) reinstauraron el género *Orbulina* y afirman que *Orbulina universa* es una especie válida.

Se basaron en observaciones realizadas sobre 34 especímenes obtenidos de los doscientos metros superiores de aguas tropicales, subtropicales y transicionales, de los océanos Atlántico, Pacífico y del mar Caribe. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- La mayoría de las formas trocospirales contenidas en *Orbulina,* poseen aberturas suplementarias por lo cual no corresponde a *Globigerina,* como afirman algunos autores, sino a *Globigerinoides.*

- Todos los especímenes poseen espinas triradiadas, las que no existen en *Globigerinoides,* indicando una diferencia básica.

- *Hastigerina* y *Globigerinella* tienen espinas triradiadas, pero estos géneros son planispirales y no fueron identificados en *Orbulina.*

Al comparar estos resultados con los del presente estudio, se aprecian fácilmente las contradicciones.

Si se considera que los autores trabajaron sólo con 34 especímenes y de un área restringida de la columna de agua, se pueden justificar los aparentes desacuerdos. Trabajando con mayor cantidad de material y obtenido del fondo, donde se acumulan todas las caparazones vacías de los foraminíferos que viven en las diferentes capas del océano, es mucho más probable identificar todas las formas que pueden producir la cámara orbulina. Por otra parte, la morfología de las espinas es un rasgo que varía amplia y fácilmente, por lo tanto su valor taxonómico es escaso (Boltovskoy, 1965).

El espesor de la pared, en cambio, es un carácter bastante constante y con implicaciones ecológicas. Es fácil imaginar que la cámara esférica con pared delgada flotará con mayor facilidad que la de pared gruesa. El hecho de haber encontrado vacías todas las orbulinas de pared gruesa permite establecer tres afirmaciones:

- que el foraminífero contenido en su interior fue disuelto, prueba de ello son los especímenes con signos de disolución.
- que el material calcáreo pasó a formar parte de la cámara esférica.
- que durante esta etapa orbulina, el foraminífero debe descender en la columna de agua.

Las cámaras esféricas que tienen un foraminífero en su interior, poseen una pared más delgada porque necesitan vivir en las capas superiores, como observó Brady (1884).

En cuanto al espesor de la pared del ejemplar interno, éste parece variar de acuerdo con la especie: *Globigerina calida, Hastigerina pelagica y Globigerinoides ruber* en su mayoría presenta pared delicada y frágil, en cambio *Globigerina bulloides y Globigerinoides sacculifer,* algo más gruesa.

Los signos de disolución que se observaron en algunas conchillas, no se relacionan directamente con el espesor de la pared, pero sí con el tamaño de ellas. Parece ser que cuando el foraminífero alcanza ciertas proporciones, más o menos correspondientes a las del individuo adulto, comienza la disolución.

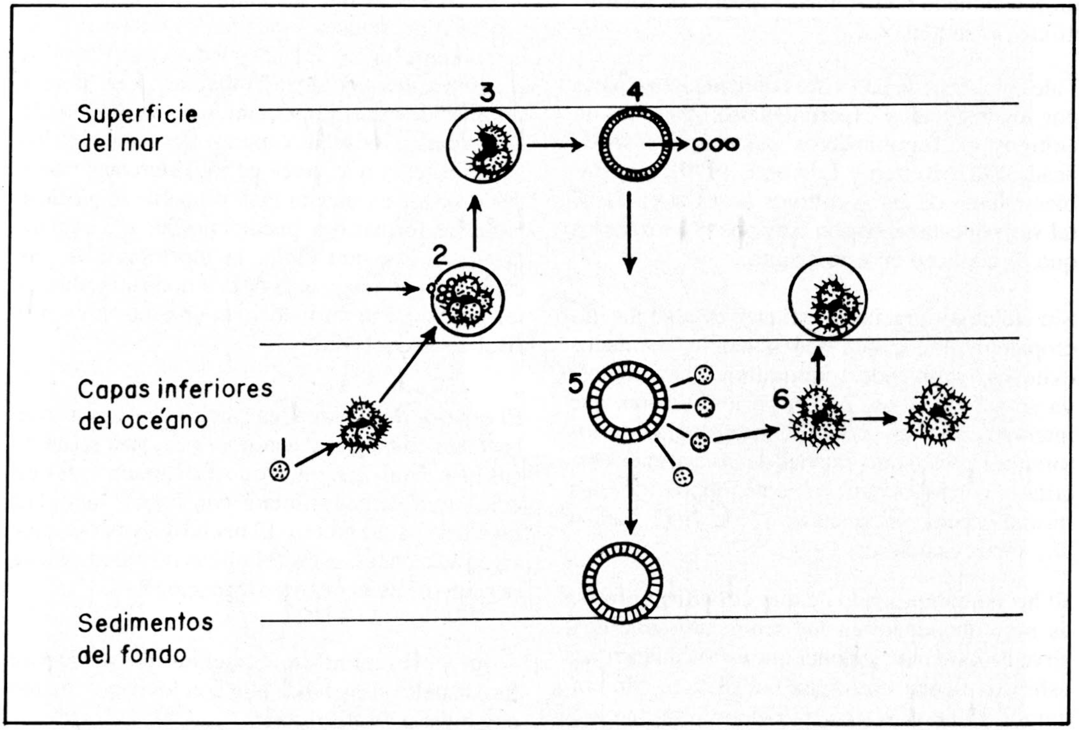

Figura 3. Hipótesis acerca del rol que jugaría la Cámara "Orbulina"

Entre el conjunto planctónico total, de donde fueron obtenidas las orbulinas, se identificaron las mismas especies, podría decirse en estado libre. Al comparar ejemplares obtenidos del sedimento, por regla general se observa que son más robustos y resistentes.

Las espinas demuestran ser un rasgo bastante variable, el número y tipo de ellas no presenta relación clara con los géneros o las especies. Lo único constante es que muchas de ellas sirven para fijar el ejemplar interno a la concha esférica.

Toda esta información permite sugerir una hipótesis, acerca del rol que jugaría la cámara esférica en estos tres géneros: *Globigerina*, *Globigerinoides* y *Hastigerina* (Fig. 3).

Supuestamente un ejemplar de alguno de estos foraminíferos se acaba de reproducir en capas bajas del océano (Fig. 3.1). El prolóculo origina su caparazón calcáreo y forma la concha con las cámaras características de su especie (Fig. 3.2). Por algunas razones de carácter ecológico (temperatura, luz, presión, nutrientes) el foraminífero necesita ascender, entonces con sus seudópodos fabrica la cámara esférica cementada al extremo de las espinas y la llena de gases que extrae del agua de mar (Fig. 3.3). Ahora le es fácil llegar a la superficie; una vez allí se reabsorbe el foraminífero interior (Fig. 3.4) y permanece en estado orbulino un corto tiempo (Fig. 3.5). Al engrosarse las paredes, expulsa los gases y desciende nuevamente para realizar la reproducción (Fig. 3.6). La orbulina vacía cae al fondo y las gotas de protoplasma quedan libres para formar una nueva conchilla (Fig. 3.7).

En este momento los individuos podrán seguir dos caminos: permanecer con su forma original o construir la cámara esférica, si las condiciones ecológicas así lo exigen. Dentro de este esquema hipotético cabría indistintamente la reproducción asexual, por simple división, como la sexual, con formación de gametos y fecundación.

Esta hipótesis trata de dar respuesta a muchos de los interrogantes que se plantea al respecto. La única forma de comprobar si el modelo corresponde a la realidad sería realizar cultivos en condiciones cercanas a las del océano o realizar muestreos de foraminíferos planctónicos vivos, en forma estratificada y periódica.

Se concluye que *Orbulina* no puede ser considerada como un género, sino como una forma transitoria en el desarrollo de algunos foraminíferos planctónicos como *Globigerina, Globigerinoides* y *Hastigerina*.

Agradecimientos

Se agradece al Doctor Georges Vernette, Jefe de la Misión Diapicar y a la Teniente y Geóloga Amparo Molina del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, por la colaboración en la obtención del material.

Literatura Citada

ADSHEAD, P.C. 1967. Collection and laboratory maintenance of living planktonic foraminifera. Micropal., 13 (1): 32-40.

BANDY, O. L. 1966. Restrictions of the *"Orbulina"* datum. Micropal., 12 (1): 79-86.

BE, A. W. H. 1967. Fiches d'identification du Zooplancton. Conseil Permanent International pour l'Exploration du la Mer. Zooplancton Sheet 108: 1-8.

BLOW, W. H. 1956. Origin and Evolution of foraminiferal genus *Orbulina* d'Orbigny. Micropal., 2(1): 57-70.

BOLTOVSKOY, E. 1965. Los foraminíferos recientes. EUDEBA, Buenos Aires, Argentina.

BRADSHAW, J.S. 1955. Preliminary laboratory experiments on ecology of foraminifera populations. Micropal. 1(4): 351-358.

——. 1957. Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer *Streblus beccarii* (Linné) var. *tepida* Cushman. Jour. Pal. 31(6): 1138-1147.

BRADY, H. B. 1884. Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-76. Chall. Exped. 9(22): 80-127.

BRONNIMANN, P. 1951. The genus *Orbulina* d'Orbigny in the Oligo–Miocene of Trinidad, B.W.I. Cushman Found. Foram. Res., Contr. 2(4): 131-138.

KETTEN, R. y EDMOND, J.M. 1979. Gametogenesis and calcification of planktonic foraminifera. Nature 278: 546-547.

LEE, J.J., S. PIERCE, M. TENTCHOFF & J.J.A. McLAUGHLIN. 1961. Growth and physiology of foraminifera in the laboratory. Pt. 1: Collection and maintenance. Micropal. 7(4): 461-466.

ORBIGNY, A.D'. 1839. Foraminiferes. *In:* R. de la Sagra, Historia física política y natural de la isla de Cuba, París, 1840.

PARADA, C. & C. LONDOÑO. 1981. Foraminíferos recientes de algunos puntos del caribe, frente a las costas colombianas. Caldasia 13(62): 257-287.

PARKER, F. L. 1962. Planktonic foraminiferal species in Pacific sediments, Micropal. 8(2): 219-254.

RHUMBLER, L. 1911. Die Foraminiferen (Thalamophoren) der Plankton–Expediction. Humboldt–Stiftung, Plankton–Exped., Ergebn. 3(50): 1-331.

SCHNITKER, D. 1974. Ecotypic variation in *Ammonia beccarii* (Linné). Jour Foram. Res. 4(4): 217-223.

VILKS, G. & D. A. WALKER. 1974. Morphology of *Orbulina universa* d'Orbigny in relation to other spinose planktonic foraminifera. Jour. Foram. Res. 4(1): 1-8.